

# Gestión de los Riesgos de Incendios en la Interfase Forestal - Urbana: Proyecto WARM<sup>1</sup>

David Caballero<sup>2</sup>

## Resumen

Los incendios forestales en la interfase forestal - urbana es un problema creciente en Europa, así como en el resto del mundo. En el marco del proyecto WARM (Wildland-Urban Area Fire Risk Management), una actividad de investigación del 5.º Programa Marco de la Comisión Europea, se identifican y presentan la magnitud del problema y los factores identificados. De acuerdo con la experiencia de años anteriores, se explica un marco consistente y exhaustivo en el cual se presentan varias actividades de investigación. Entre ellas, se consideran en los cálculos de vulnerabilidad y riesgo de asentamiento la caracterización de distintos patrones de viviendas-vegetación, la descripción de materias combustibles de la interfase, la modelización del comportamiento de los incendios y la participación de la escorrentía de agua y de los deslizamientos de tierra. También se presentan algunos ejemplos de las actividades de investigación en el proyecto WARM.

## Introducción

La mayor parte de la atención de en la gestión de la protección de los recursos naturales va a la conservación de la vida natural, asegurando un uso sostenible y beneficioso para la sociedad. Recientemente, existe una demanda creciente de terreno forestal como lugares donde vivir o pasar unas vacaciones agradables. Este fenómeno es más evidente en la cercanía de grandes aglomeraciones urbanas y ciudades. Se esperan unos coeficientes de ocupación crecientes para los próximos años en las zonas forestales.

Esta situación lleva a considerar un nuevo escenario de planificación y gestión de recursos naturales, es decir, donde las áreas urbanas se entremezclan con los terrenos forestales. Esta situación específica se conoce comúnmente como interfase forestal - urbana (W-UI). Se define como la línea, área, o zona donde las estructuras y otras construcciones humanas se encuentran o entremezclan con terrenos forestales no modificados o con combustibles de origen vegetal (United States Department of the Interior, 1995).

Los expertos en incendios forestales creen que la amenaza de daños masivos por incendios en vidas humanas, propiedad privada, y recursos naturales es creciente (Fischer y Arno, 1988) siendo las razones para ello: 1. Los patrones de actividad humana han cambiado los paisajes en las últimas tres décadas. 2. Los recursos naturales son demasiado valiosos como para permitir que los incendios quemem superficie de manera no controlada. 3. Los presupuestos para la lucha contra los incendios forestales se están reduciendo. 4. Más personas salen de las ciudades hacia las zonas forestales. 5. El personal de lucha contra incendios forestales no está lo suficientemente bien entrenado y/o equipado para luchar

---

<sup>1</sup> Una versión abreviada de esta ponencia se presentó en el segundo simposio internacional sobre políticas, planificación y economía de los programas de protección contra los incendios forestales: una visión global. 19-22 Abril, 2004, Córdoba, España.

<sup>2</sup> TECNOMA S.A. - Grupo TYPESA, España, davidcaballero@tecnoma.es.

(17) Las operaciones de Protección civil llevarán al desplazamiento y/o protección de personas potencialmente expuestas a los incendios. Esto no asegura, sin embargo, que todas las personas en el asentamiento puedan mantenerse en condiciones de seguridad. El resto de personas que se exponen (voluntariamente o no) darán cuenta de la pérdida potencial debida a la progresión del incendio (amenaza para vidas humanas)

(18) Recuento total de la pérdida de vegetación, pérdida de viviendas y propiedades (según se desprende del análisis a nivel de viviendas) y la amenaza para las vidas humanas se sintetizará en una medición única y unificada, de vulnerabilidad de asentamiento, riesgo y valor en riesgo.

### Valoración de vulnerabilidad, riesgo y pérdida de valor

A nivel de parcelas y lotes, deben tenerse en cuenta los siguientes puntos:

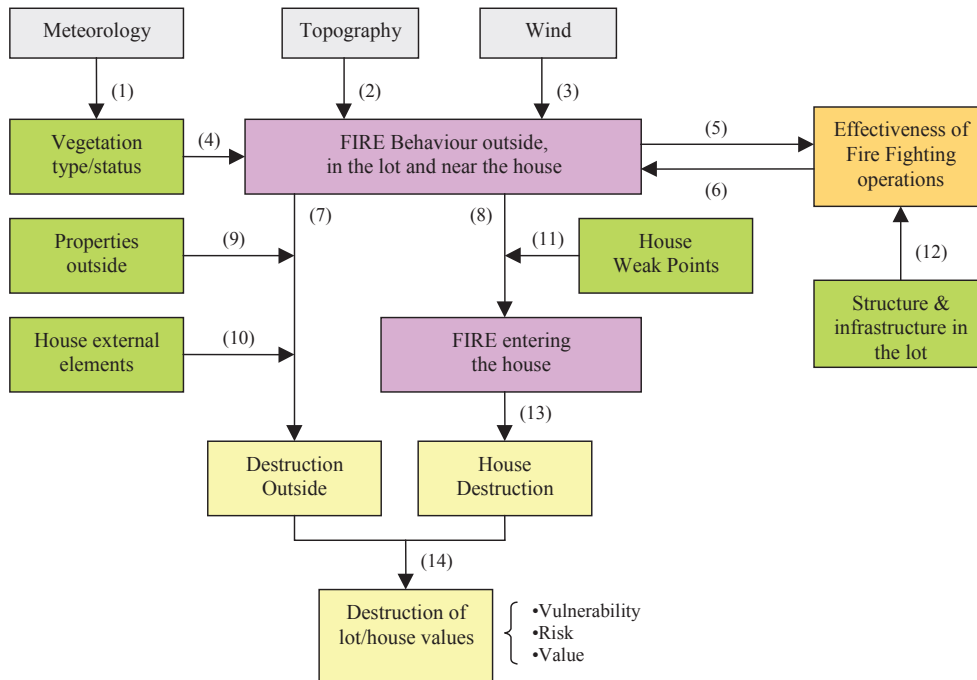


Figura 2—Esquema de valoración a nivel de viviendas (Debido al formato no se pudo traducir.)

(1) Meteorología que afecte al estado de la vegetación, particularmente contenido de humedad de la materia combustible.

Este punto es común con el mismo a nivel de asentamiento.

(2) Topografía (ladera, apariencia) que afecte al comportamiento de los incendios

(3) Viento que afecte al comportamiento de los incendios localmente, aunque el comportamiento de los incendios puede modificar este régimen (debido a las corrientes de convección, por ejemplo)

(4) Componentes de vegetación en la parcela, tales como setos, árboles y arbustos ornamentales, que afecten al comportamiento de los incendios condicionando por tanto la ignición, propagación y liberación de calor dentro de la parcela. Deben considerarse las propiedades, intrínsecas, tales como contenido calorífico, inflamabilidad o carga bruta por unidad de volumen, de tipos específicos de

contra incendios en estructuras. 6. Condiciones climáticas tales como la sequía son como una cerilla para los combustibles volátiles (Chuvienco et.al, 1994).

Las áreas de W-UI presentan problemas típicos de la gestión de las ciudades junto con los que se encuentran en la gestión de los terrenos forestales. Con ello aparece un conjunto específico de problemas en forma de sinergia e interacción entre ambos usos de suelo. Uno de los principales problemas encontrados en las áreas W-UI es la aparición de incendios forestales. Las personas que habitan áreas y residencias urbanas entre los bosques apenas se dan cuenta del potencial de destrucción de los incendios forestales, hasta que hayan sufrido sus efectos en experiencias anteriores (Cortner et al., 1990).

Los incendios forestales son algo a lo que los ciudadanos no están acostumbrados, pero algo a lo que están expuestos cuando se pueblan áreas de W-UI. Las personas procedentes de otras partes (inmigrantes y turistas) normalmente no se preocupan de los riesgos de incendios forestales en la interfase forestal-urbana (Goldammer, 1992; Thomas 1994)

Se ha observado que la eventualidad de incendios en la interfase forestal - urbana está frecuentemente asociada a incendios grandes y, en la mayor parte de los casos, a incendios de propagación por las copas (Alexander, 1988), como demuestran los lamentables ejemplos recientes (EE.UU.-Oakland Hill, 1991; Grecia-Mt. Penteli, Atenas 1995, 1998; España-provincia de Tarragona 1994; Sureste de Francia, 1995). Por otra parte, la presencia de aglomeraciones de personas, que frecuentemente son turistas, supone un riesgo potencial en sí mismo en la probabilidad de aparición de incendios. Por tanto, las áreas urbanas son, frecuentemente, fuentes de nuevos incendios forestales (Alcázar 1998).

Las viviendas y las estructuras están generalmente mal protegidas frente a las intensidades y comportamiento de los incendios forestales, dado que los incendios forestales afectan a las estructuras desde el exterior. La producción de ascuas que vuelan es particularmente peligrosa puesto que pueden caer sobre tejados y prender en biomasa muerta acumulada.

Los efectos posteriores al incendio, tales como erosión, corrimiento de tierras y escorrentía por precipitación, suponen una amenaza real para las estructuras. En algunos casos el flujo superficial se multiplica varias veces debido a la reacción hidrofóbica del terreno quemado. Esto conlleva un gran riesgo para las estructuras situadas aguas abajo. El humo es también un serio efecto secundario en ciudades y pueblos cerca de los bosques en los que se producen incendios recurrentes (Eftichidis, 1990). Las líneas eléctricas también se ven afectadas y pueden colapsar la distribución de energía. A veces, las líneas eléctricas son el origen de nuevos incendios, dificultando el tráfico aéreo de las fuerzas que luchan contra ellos.

La protección de las estructuras frente a incendios en las zonas forestales no es una tarea fácil, el personal contra incendios debe aplicar técnicas para controlar los incendios forestales, en tales condiciones no pueden protegerse de los incendios todas las viviendas y estructuras. En caso de una lucha activa contra los incendios, deben tomarse decisiones difíciles en el caso que simultáneamente se pongan en peligro vidas humanas, propiedades y áreas forestales (Goldammer 1992). Las técnicas de lucha contra los incendios en estructuras son distintas de las de la lucha contra los incendios forestales. En ambos casos se producen situaciones de peligro específicas (en la extinción en los incendios forestales y de fognazos en construcciones). Esto exige una formación, técnicas y herramientas específicas (Thomas, 1994). En las áreas W-UI, no siempre hay disponible un suministro de agua en una cantidad suficiente para la lucha contra el incendio, al contrario de lo que sucede en las ciudades. Además, el acceso a las estructuras en

las áreas W-UI es difícil. Las fuerzas de lucha contra los incendios emplean demasiado tiempo en acceder a las viviendas situadas a media ladera en zonas forestales (montañosas). Frecuentemente las personas tienen una sola vía de escape

Los incendios forestales en áreas W-UI afectan a diversos actores clave, en forma de personas que sufren las consecuencias o de personal implicado en la prevención y lucha contra los incendios forestales. Se han identificado los siguientes actores clave: Agencias de protección, propietarios de viviendas, propietarios de terrenos, gobierno, bancos y compañías de seguros. Todos ellos tienen un papel en la planificación y gestión de áreas W-UI amenazadas por los incendios. Es algo bien conocido que las técnicas destinadas al control de la materia combustible en bosque en, o alrededor de, áreas urbanas no se aplican de manera regular en el momento, lugar y cantidad necesarias para proteger a las estructuras de la intensidad de incendio forestal que tales combustibles producen.

Por ello, la responsabilidad de las prácticas de control de combustibles y otras técnicas de defensa pasivas deben compartirse y coordinarse entre gestores del territorio y propietarios de viviendas. A relativa poca distancia de las áreas metropolitanas, el desarrollo urbano tiende a erigir residencias relativamente caras en parcelas de tamaño medio o grande. Los constructores de viviendas tienden a dejar la mayor cantidad de vegetación nativa que sea posible mantener y fomentar el efecto rural que buscan los compradores. Además, los materiales de construcción con frecuencia no son resistentes al fuego y las carreteras de acceso son estrecho y forman peligrosos callejones sin salida. La implicación de los promotores inmobiliarios y de los propietarios de viviendas es crítico, y la razón por la cual la población en áreas W-UI debe concienciarse de los riesgos reales de incendio forestal y de sus consecuencias en sus áreas.

La protección contra incendios en la interfase forestal - urbana debe planificarse a escala regional, pero obviamente debe ejecutarse localmente. Actualmente se aplican diversos sistemas de información a la planificación urbana y forestal y a la planificación y gestión de terrenos forestales. Esto incluye técnicas de recogida de datos utilizando sensores remotos, geo-referenciación de datos, análisis e informes. Existen varios modelos para predecir cambios de uso de suelo, crecimiento de la vegetación, progresión de los incendios forestales y también, detección y estimación de expansión de áreas urbanas.

En vista de lo anterior, la planificación de defensas frente a incendios forestales en áreas W-UI supone un desafío multidisciplinar que exige un esfuerzo coordinado para identificar, medir, analizar y resolver los distintos problemas presentados. La planificación de la convergencia de la expansión urbana y de la gestión del suelo forestal debe fundamentarse en una comprensión común de riesgos y en compartir los mismos datos, ejecutar procedimientos coordinados de planificación y lograr objetivos comunes. Además, los ciudadanos deben ser conscientes de los riesgos accediendo fácilmente a información crítica a través de redes globales.

Es claramente necesaria una metodología y un sistema que ofrezca una plataforma común para comprender y analizar áreas W-UI y que ayuden en la toma de decisiones complejas sobre planificación de defensa contra incendios de W-UI.

## **Valoración de la defensa de la interfase forestal - urbana**

### ***Marco del problema***

A la vista de la experiencia durante la campaña 2003 de incendios en Europa y de acuerdo con las necesidades identificadas, deben considerarse varios puntos para obtener una comprensión común del problema y un marco de trabajo común para la planificación y gestión de este problema. Además, esto identificará las líneas de investigación implicadas en el ámbito de las áreas W-UI, abiertas para futuros proyectos de investigación.

En primer lugar está la necesidad de una comprensión común del ámbito geográfico y del significado de "asentamiento". En este punto, debe aclararse que el asunto tiene que ver con grupos de viviendas que podrían definirse como unidades W-UI. Éstas no tienen que corresponder necesariamente con la definición clásica de asentamiento, a saber, un grupo de viviendas conformando una estructura con servicios comunes; en vez de ello, ha de darse una definición más amplia y una clasificación preliminar de tipos.

De hecho, "asentamiento", o lo que a partir de ahora denominaremos también como unidad W-UI, es el área geográfica de interés que incluye un grupo de viviendas que tienen una relación espacial con la vegetación existente, susceptible de arder.

Puede hacerse una clasificación preliminar de estas unidades W-UI de acuerdo con su estructura vivienda - vegetación. Por tanto, considerando la vegetación y la densidad de viviendas por un lado, y el grado de agrupación de ambos componentes por otro, se obtiene la siguiente tabla:

**Tabla 1**— Interfases forestal - urbana de acuerdo con patrones de vivienda - vegetación

			VEGETACIÓN			
			DISPERSA		DENSA	
			Uniforme	Agrupada	Uniforme	Agrupada
V I V I E N D A	D I S P E R S A	Uniforme	No considerada	No considerada	Dispersa Entremezclada	Dispersa Entremezclada
		Agrupada	No considerada	No considerada	Agrupada Entremezclada	Agrupada Entremezclada
	D E N S A	Uniforme	Urbana	Urbana	Entremezclada	Interfase urbana ocluida
		Agrupada	Urbana	Urbana	Interfase Urbana	Interfase urbana agrupada

0. Urbana. Dominada por la ocupación de viviendas. No considerada.

1. Entremezcla dispersa - estructura típica en áreas rurales, son necesarios planes de autoprotección.

2. Entremezclada agregada - Igual que (1). Pequeñas agrupaciones de unas pocas viviendas, aisladas.

3. Entremezclada - Estructura típica en áreas turísticas de elevado valor, sin necesarios planes físicos, planes de emergencia y también planes de autodefensa.

4. Interfase urbana - Existe un límite bien definido entre áreas dominadas por viviendas y áreas dominadas por vegetación. Son necesarios un plan físico y un plan de emergencia.

5. Interfase urbana interna - Estructura típica de grandes parques forestales dentro de ciudades, es necesario un plan físico para aislar incendios y minimizar los efectos en las viviendas colindantes.

6. Interfase Urbana agrupada - Igual que (4). Interfase urbana pero en grupos continuos.

La valoración para la planificación se centrará en la elaboración de:

- Planes físicos, orientados a la ejecución de las obras
- Planes de emergencia, orientada a la Protección Civil
- Planes de autoprotección, versión personalizada de planes físicos y de emergencia para viviendas aisladas

Las unidades W-UI se sitúan en el paisaje que tiene condiciones y factores específicos. Un primer análisis debe hacerse a nivel de paisaje, proporcionar estrategias de planificación destinadas a la asignación de prioridades de acciones y cuantificación del problema W-UI . Por tanto la valoración debe incluir:

1. Identificación de tipos de W-UI, cuantificación
2. Causas potenciales de incendios, origen del incendio
3. Recursos e infraestructuras para la lucha contra los incendios
4. Erosión, corrimiento de tierras y potencial de riesgo de inundación
5. Potencial de incendio (intensidad, velocidad de dispersión)

6. Condiciones meteorológicas y de viento más frecuentes, y más adversas

7. Accesibilidad por tierra a través de la red viaria

Para el punto 1, se necesaria una herramienta / método para identificar y cuantificar de modo casi automático las distintas clases de unidad W-UI en un área territorial de trabajo (TWA) determinada de acuerdo con la densidad de vegetación y de viviendas y teniendo en cuenta el grado de agrupación de viviendas y vegetación.

Se ha observado que en la destrucción de una vivienda participa, en primer lugar, la probabilidad de que el incendio alcance la vivienda y, en segundo lugar, la probabilidad que el incendio destruya la vivienda. Para ello debe considerarse una tercera probabilidad o hecho, que el incendio alcance y entre en el asentamiento desde el exterior.

Por tanto, es necesario considerar tres escenarios:

- EXT (X) Incendio que se propaga desde el exterior del asentamiento y entrando en él
- SET (S) Incendio que se propaga dentro del asentamiento
- HOU (H) Comportamiento de los incendios en la parcela y alrededor de la vivienda, que destruye propiedades

Para ello debe añadirse un nuevo escenario, específico de la Zona de Interfase (IFZ), que corresponde al área de vegetación que rodea al asentamiento que potencialmente puede llevar el incendio a las inmediaciones de las viviendas y transportar uniformemente el incendio al interior del asentamiento. Esta zona, que es un límite entre los escenarios EXT y SET, no está presente en todos los tipos de unidades W-UI.

- EXT (X) El incendio externo al frente está condicionado por los factores de propagación, a saber, combustible del bosque, topografía y viento, que corresponde al exterior inmediato del asentamiento (“zona cercana”, o 500 m. de zona de seguridad alrededor del límite del asentamiento).

El incendio puede alcanzar al asentamiento de dos maneras:

- Un frente que se aproxima al límite del asentamiento
- Por ascuas encendidas que entran volando dentro del asentamiento

Ambos fenómenos no entrañan automáticamente la propagación de los incendios dentro del asentamiento ni la destrucción de viviendas.

- SET (S) El incendio se propaga en el asentamiento gracias al combustible existente, a la topografía y a las condiciones de viento. Para ello debemos añadir las estructuras no inflamables que podrían actuar como barreras. Pero por otra parte debemos considerar de nuevo la propagación del incendio por frentes y la producción de ascuas encendidas. Se espera que la propagación dentro del asentamiento se produzca a través de un patrón no uniforme de distribución de combustible en un frente de llamas no continuo.

- HOU (H) El comportamiento de los incendios en las inmediaciones de las viviendas está condicionado, en su mayor parte, por la presencia de combustibles y el viento. La radiación y la convección están relacionadas con el calentamiento y destrucción de las viviendas y propiedades exteriores, particularmente cuando esto conlleva contacto con la llama. También, a veces estos comportamientos

implican que el incendio entre o traspase la vivienda y destruya la vivienda por dentro.

Los escenarios de incendio anteriormente mencionados deben asociarse con:

- Operaciones eficaces de lucha contra los incendios, a los tres niveles (X, S y H)
- Protección civil (evacuación, confinamiento) y comportamiento humano

La eficiencia de estos dos conjuntos de operaciones puede venir apoyada o impedida por las infraestructuras y condiciones locales a los tres niveles (X, S y H). Al final, nuestra valoración debe señalar a la identificación de:

- Destrucción potencial de valores de asentamiento
- Riesgo para vidas humanas
- Destrucción de propiedades en la parcela, exterior a la vivienda
- Destrucción del interior de la vivienda, y por tanto de la vivienda misma

Esta valoración, que es la identificación y cuantificación de los factores que conducen a estos eventos, tendrá como resultado la medición de la vulnerabilidad y riesgo asociados a un asentamiento.

Es interesante observar que estos tres escenarios, (X, S y H) ocurren normalmente en sucesión uno después del otro, pero en un incendio real todos ellos puede ocurrir simultáneamente en distintos puntos. Puede tipificarse la vulnerabilidad individual de las viviendas sumándolo al cómputo total de vulnerabilidad y riesgo de un asentamiento.

En vista de ello, con el fin de dar una valoración razonablemente completa, es necesario abordar y resolver las siguientes cuestiones:

En el escenario EXT:

- X1 ¿Qué condiciones meteorológicas y de viento son en promedio las más adversas para este asentamiento?
- X2 ¿Cuál es la localización y tipo las más probables de fuentes de incendios (puntos de inicio) o de los frentes de fuego esperados que puedan alcanzar al asentamiento?
- X3 ¿Hasta qué punto está el asentamiento cubierto por las fuerzas aéreas y terrestres de lucha contra los incendios?

En el escenario SET

- S1 ¿Cómo alcanzará y entrará el incendio en el asentamiento?
- S2 ¿Cómo podría controlarse o extinguirse de manera eficaz el incendio?
- S3 ¿Cómo destruirá el incendio los valores del asentamiento (vegetación, infraestructuras etc.)?
- S4 ¿Cómo pone el incendio en peligro a las personas?

En el escenario HOU

- H1 ¿Cómo se comportará el incendio en la parcela y alrededor de la vivienda?
- H2 ¿Destruirá el incendio las propiedades exteriores a la vivienda?
- H3 ¿Entrarán los incendios en la vivienda destruyéndola por dentro?
- H4 ¿Podría la vivienda constituir un refugio seguro para las personas?

- H5 ¿Qué operaciones eficaces y seguras de lucha contra los incendios pueden aplicarse?

La valoración se dará en forma de mapas y recomendaciones. Los mapas se derivarán del análisis espacial a escala del asentamiento de los puntos mencionados anteriormente. Las recomendaciones serán informes técnicos y protocolos, y señalarán a:

En el escenario EXT

- Gestión eficaz de combustibles y estructuras de vegetación en el exterior del asentamiento
- Operaciones eficaces de lucha contra los incendios (para evitar que el incendio entre en el asentamiento)
- Accesibilidad exterior y estructuras que ayuden a una lucha contra los incendios eficaz y segura en el escenario SET
- Diseño y gestión de combustibles para evitar una propagación del fuego adversa y sostenida
- Accesibilidad interior y estructuras para ayudar a las operaciones de lucha contra los incendios y de Protección civil
- Operaciones eficaces y seguras de lucha contra los incendios, para minimizar la propagación del fuego en el asentamiento
- Operaciones eficaces de Protección civil, para mantener seguras a las personas en todo momento

En el escenario HOU

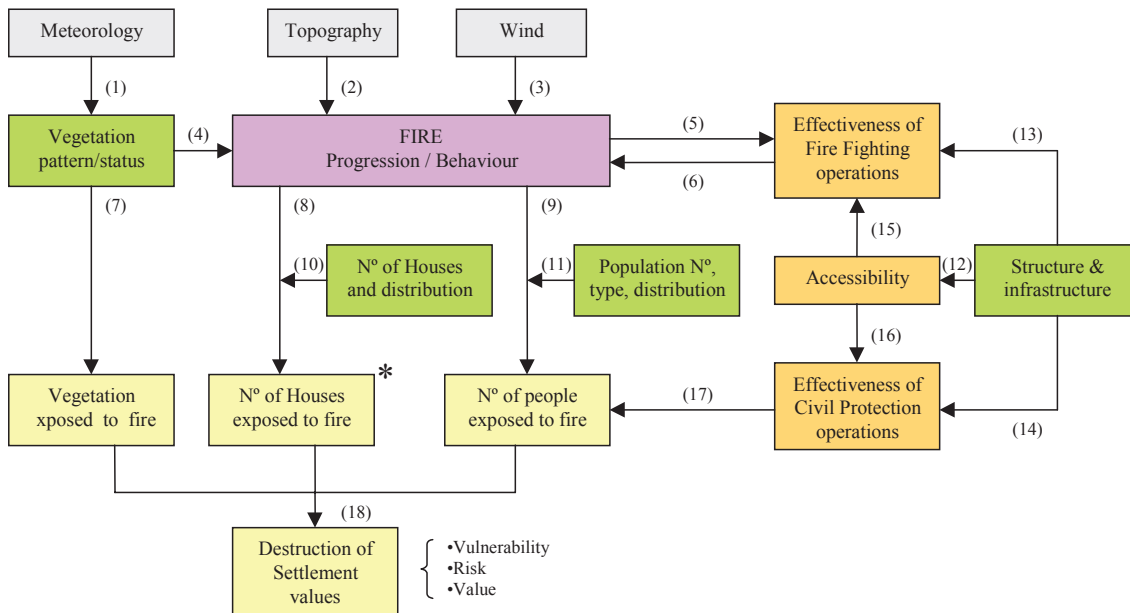
- Diseño y gestión de combustibles (jardinería) para ofrecer un lugar seguro y minimizar el efecto de los incendios en propiedades y viviendas
- Diseño, localización y protección de propiedades expuestas fuera de la vivienda
- Material, elementos y su posición / defensa respecto a fuentes potenciales de incendios
- Identificación y adaptación de los puntos débiles de la vivienda, a través de los cuales pudiera entrar el incendio
- Operaciones de lucha contra los incendios eficaces y seguras
- Estructuras e infraestructura para ayudar a una lucha contra los incendios de manera segura y eficaz
- Clasificación de viviendas como “protección frente a incendios”, o identificación y adaptación de los elementos requeridos para ser clasificadas como tal.

Todas las recomendaciones y los mapas mencionados constituirán un plan físico preventivo para la protección de asentamientos frente a los incendios forestales. Éstas deberían complementarse con un plan de emergencia orientado específicamente a los protocolos a seguir en caso de emergencia de incendio, y debería dirigirse directamente a las personas que habitan el asentamiento en dicho momento. Ambos documentos, el plan físico preventivo y el plan de emergencia, formarán el Plan General del asentamiento para su protección frente a incendios forestales.



### Valoración de la vulnerabilidad del asentamiento, del riesgo y de la pérdida de valor

En la escala del asentamiento, la valoración de la planificación de la defensa tiene que considerar los siguientes factores



This point links with assessment at house level

**Figura 1**—Esquema de valoración a nivel de asentamiento (Debido al formato no se pudo traducir.)

- (1) Meteorología que afecte al estado de la vegetación, particularmente contenido de humedad de la materia combustible
- (2) Topografía (ladera, apariencia) que afecte al comportamiento de los incendios
- (3) Viento que afecta al comportamiento de los incendios (ascuas, propagación del incendio, humo)

- (4) Los patrones de vegetación, entendidos como la distribución espacial de material combustible y no combustible, que afecte al comportamiento de los incendios por tanto condicionando la ignición del incendio como la propagación dentro del asentamiento. Esto también incluye la producción de ascuas y humo y las propiedades intrínsecas, tales como contenido de calor, inflamabilidad o carga bruta por unidad de volumen. A la materia combustible forestal, deben añadirse los tipos de combustibles específicos del asentamiento (setos, partes ornamentales, acumulaciones de combustible, otros combustibles)
- (5) Intensidad de fuego desarrollada y condiciones de tasa de dispersión en las operaciones de lucha contra los incendios
- (6) Las operaciones de lucha contra los incendios afectan al comportamiento de los incendios, particularmente en la extinción de incendios puntuales y de frentes de incendios, que lleven al control y eliminación de la propagación del fuego dentro del asentamiento
- (7) La vegetación dentro del asentamiento como valor intrínseco (estética, sombra, etc.), con un valor monetario asociado, que podría tener como resultado la destrucción debido al paso de un frente de incendio
- (8) Un frente de incendio afecta al número y tipo de parcelas y viviendas afectadas
- (9) Un frente de incendio afecta al número y tipo de personas que podrían permanecer en el asentamiento
- (10) El número y tipo de viviendas y la distribución dentro del asentamiento forma un patrón en sí mismo. Cuando se asocia con el paso de un frente de incendio, puede obtenerse un cálculo de la exposición total de las viviendas al fuego. La evaluación de vulnerabilidad, riesgo y valores afectados se realiza con mayor detalle en la valoración de vulnerabilidad de las viviendas (véase el esquema que sigue)
- (11) Las personas aún presentes en el asentamiento mientras el incendio progresa dentro del asentamiento, pueden asociarse con la progresión esperada del incendio para computar la exposición de dichas personas al incendio y al humo. Debe tenerse en cuenta el número y tipo de personas (señalando a la movilidad, principalmente) y el comportamiento humano.
- (12) Las carreteras son un subconjunto particular de infraestructuras dentro del asentamiento que afecta directamente a la accesibilidad de las fuerzas terrestres y a la movilidad de las personas fuera del asentamiento.
- (13) La presencia de infraestructuras específicas (tales como puntos de agua) y áreas defendibles puede contribuir a la eficacia y seguridad de la lucha contra los incendios
- (14) La presencia de infraestructuras específicas (tales como, helipuertos, áreas seguras y refugios, incluyendo las viviendas que puedan clasificarse como tal) puede contribuir a la eficacia y seguridad de las operaciones de protección civil, tales como evacuación, confinamiento y rescate.
- (15) Accesibilidad de las fuerzas terrestres dentro de las condiciones asentamiento, eficacia y seguridad de las operaciones de lucha contra los incendios
- (16) La movilidad de personas dentro del asentamiento en operaciones de protección civil (tales como evacuación o rescate) está condicionada por la accesibilidad, que está directamente relacionada con la red de carreteras y calles dentro del asentamiento.

materias combustibles del asentamiento. La posición 3D, ocupación del espacio y especie (caracterizada como se mencionó anteriormente) serán información a utilizar para la valoración. Además, la vegetación dentro de la parcela como valor intrínseco, con un valor monetario asociado, que tiene que contabilizarse en el valor total de la parcela.

(5) El comportamiento del incendio desarrollado localmente (radiación, convección, humo) condiciona localmente las operaciones de lucha contra los incendios. También debe considerarse la quema de otros componentes y de la vivienda.

(6) Las operaciones de lucha contra los incendios afectan al comportamiento de los incendios localmente, particularmente incendios en los componentes de la parcela y en el exterior de la vivienda.

(7) El comportamiento de los incendios dentro de la parcela tiene efectos destructivos sobre la vegetación, entendida como un valor de la parcela, sobre las propiedades situadas fuera de la vivienda, normalmente en el jardín, y sobre las partes exteriores de la vivienda.

(8) El comportamiento de los incendios que amenazan a las viviendas puede llevar a que, en determinadas circunstancias, el incendio entre o se abra paso a través de la vivienda.

(9) Las propiedades fuera de la vivienda, normalmente están expuestas a las fuentes de calor, lo que conlleva a la destrucción y produce la pérdida de valor total de la parcela.

(10) Los elementos externos de las viviendas están frecuentemente expuestos directamente a los incendios, lo que lleva a distintos grados de destrucción, y que dan lugar a las pérdidas de valor de las viviendas. Deben considerarse los materiales y su facilidad en ser destruidos, la posición 3D respecto a las fuentes de calor y el valor de estos elementos.

(11) Los puntos débiles son aquellos puntos en la estructura de la vivienda en los que, de acuerdo con la experiencia, el incendio entra o pasa al interior de la vivienda, exponiendo por tanto el interior a la inflamación y destrucción de las propiedades dentro de la vivienda, o de la vivienda misma. Deben considerarse el tipo y su posición 3D relativa respecto a la fuente de calor.

(12) La presencia de infraestructuras específicas y de áreas defendibles puede contribuir a la eficacia y seguridad de la lucha contra el incendio en la parcela.

(13) Una vez que el incendio entra en la vivienda, podría producirse la ignición y propagación del incendio dentro de la vivienda, e incluso la destrucción total del inmueble. Esta parte cae en el dominio de los incendios de estructuras. Aquí, la valoración de pérdidas tiene que ver con la propiedad interior y con la vivienda misma.

(14) La contabilidad total de la vulnerabilidad de la parcela y de la vivienda, y del riesgo y pérdida potencial de valores en peligro se obtiene sumando las pérdidas en el exterior y en el interior de la vivienda. Esto puede constituir una entrada en la valoración a nivel de asentamiento, contabilizándose por tanto la vulnerabilidad, riesgo y valores en peligro totales del asentamiento. Para proceder, las viviendas pueden tipificarse en un número de casos para los que puede proporcionarse una valoración detallada y entonces, extrapolarla al resto de las viviendas del mismo tipo dentro del asentamiento.

## Proyecto WARM

### Descripción y objetivos

Los incendios en las W-UI/RA se han estudiado desde hace décadas en EE.UU., Canadá y Australia, entre otros países. Examinando esta experiencia, varios proyectos de investigación, cofinanciados por la Comisión Europea, se centran en la realidad de la gestión de incendios de W-UI/AR en Europa; entre ellos está el Proyecto WARM (Wildland-Urban Area Fire Risk Management).

Dentro del contexto del Proyecto WARM, se propone un enfoque científico para completar una serie de estudios, actividades de experimentación y desarrollos que dará lugar a una metodología y a un sistema informatizado de soporte a decisiones con el propósito de que la herramienta y protocolos resultantes ayudarán a los planificadores de áreas forestales y urbanas a identificar y solucionar riesgos de incendio forestal, para minimizar pérdidas y costes.

El objetivo general del Proyecto WARM es caracterizar los riesgos directos e indirectos debidos a incendios en la interfase forestal - urbana (W-UI) en Europa y proporcionar una metodología y un sistema de información para minimizar las pérdidas de residencias y de otras estructuras, a la vez que se reducen los impactos sociales y ambientales, mediante la asistencia en la elaboración de planes de lucha contra incendios forestales racionalizados y restringidos. Objetivos particulares son:

En este proyecto, seis países participan con su experiencia y sus casos de estudio, a saber, España, Francia, Italia, Grecia, República Eslovaca y República Checa. Representan un número significativo de casos, por lo que constituyen una buena muestra del problema de las W-UI en Europa.

## Conclusiones

A la vista de nuestra actividad en el proyecto WARM, pueden extraerse diversas conclusiones con referencia a la interfase forestal - urbana en Europa:

- Los incendios forestales en las W-UI en Europa constituyen un problema creciente y emergente, con consecuencias sociales y económicas. En Europa, especialmente en los países mediterráneos, los incendios forestales afectan a las personas, a las propiedades y al entorno natural. Sin embargo, con frecuencia las viviendas se ven afectadas pero no son destruidas.
- Los problemas de las W-UI tienen, al menos, tres escalas distintas que deben abordarse de distinta manera, pero incluyen consistentemente: los niveles de paisaje, asentamiento y vivienda.
- La valoración de la vulnerabilidad de los asentamientos a los incendios forestales es una tarea compleja que puede abordarse a través de la identificación, medición y análisis espacial de variables concretas
- Los asentamientos pueden considerarse una estructura en sí misma
- La vulnerabilidad de los asentamientos se basa fuertemente en la vulnerabilidad de las viviendas, pero también en la progresión del incendio dentro del asentamiento, accesibilidad y exposición de la vivienda al fuego
- Las densidades de viviendas / vegetación y el grado de agrupación son variables relacionadas con la progresión de los incendios dentro los asentamientos. Cada tipo exige distintos enfoques de defensa.

- Pueden aplicarse técnicas de RS y GIS para identificar y medir relaciones entre la distribución de vegetación y de viviendas
- Se propone elaborar un índice de peligros asociado a estas distribuciones de vegetación / viviendas
- La integración espacial de todas las variables observadas en mapas sintéticos ayuda a identificar qué componentes deben modificarse y cuáles son las áreas de mayor vulnerabilidad dentro de un asentamiento.
- Para cada uno de los casos identificados de vulnerabilidad de asentamiento, debe elaborarse un conjunto de buenas prácticas y orientaciones para autoprotección y enviarse a las personas que viven en el asentamiento.

## Referencias

- Alexandrin, D. (1996). A new method of fire danger mapping in the forest urban interface. Workshop on Wildfire Management-Systems, Models and Techniques Fire Prevention Planning Session, June 3-4, 1996, Athens, Greece.
- Caballero, D. Martinez-Millán, F.J. Martos, J. Vignote, S. (1994). CARDIN 3.0, A Model for Forest Fire Spread and Fire Fighting Simulation. Vol.1: 501. In proc. of 2nd Intl. Conf. on Forest Fire Research. Coimbra, Portugal.
- Cohen J., and J. Saveland. (1997). Structure ignition assessment can help reduce fire damages in the W-UI. *Fire Management Notes*. 57(4): 19-23.
- Cohen, J. D., R. A. Chase, S. L. LeVan, and H. C. Tran. (1991). A model for assessing potential structure ignitions in the wildland/urban interface. Pp. 50-57. In proceedings of the 11th Conference on Fire and Forest Meteorology, April 16-19, 1991, Missoula, Montana. Andrews, P.L., and D. F. Potts, editors. Society of American Foresters, Bethesda, MD, USA. 616 p.
- Cortner H. J., and T. Lorensen. (1997). Resources versus structures: Fire suppression priorities in the wildland/urban interface. *Wildfire*. 6(5):23-33..
- DeGrosky, M. T. (1997). A fire professional's strategy for influencing wildland-urban interface development. *Wildfire*. 6(5):16-20.
- Foote, E., Martin, R., Gilles, J.K. (1991). The defensible space factor study: a survey instrument for post-fire structure loss analysis. In Proceedings of the 11th Conference on Fire and Forest Meteorology, April 16-19, 1991, Missoula, Montana.
- Franklin, S.E. (1987). Urban-Wildland Fire Defence Strategy, Precision Prescribed Fire: The Los Angeles County Approach. In Proceedings of the Symposium on Wildland Fire 2000, April 27-30, 1987, South Lake Tahoe, California.
- Harris, J. P. (1998). LCES in the interface - learn it, remember it, use it every time. *Wildfire*. 7(9): 10-16.
- Otto, G. (1998). Building smarter in Urban/Wildland areas - the case for RASTRATM. *Wildfire*. 7(11): 16-18.
- Packham, D. R. (1995). Evacuation in wildfires: The Australian experience. *Wildfire*. 4(2):24-30
- Perry, D.G., (1990). Wildland Fire-fighting. pp.275-284. Fire Publications Press.
- Queen, P. L. (1993). Fighting fire in the wildland/urban interface. Fire Publications Inc. Bellflower, California, USA. 119 p.
- Queen, P. L. (1995). Evacuation at a Wildland/Urban Interface Fire. *Wildfire*. 4(2):22-23
- Teie, W.C. (1994). Fire-fighter's Handbook on Wildland Fire-fighting. pp.53, 195-220. Deer Valley Press (Rescue, California).
- Trelles, J. (1998). Modelling fire-induced winds in the 20 October 1991 Oakland Hills fire. *Wildfire*. 7(4):15-17.
- Vélez, R. 1995. Planning for wildfire and evacuation in Spain's wildland/urban interface. *Wildfire*. 4(2):37-38.
- Waggoner, E., and M. Terwilliger. (1998). Fighting fire in the I-Zone: "Safe to Stay". *Wildfire*. 7(10):17-22.
- Xanthopoulos, G. (1994). Development of a decision support system for water bomber dispatching in Greece. pp. 139-149. In proceedings of the 2nd International Conference on Forest Fire Research, November pp. 21-24, 1994, Coimbra, Portugal. Domingos Xavier Viegas, Univ. of Coimbra, Portugal. 1275 p.

- Harris, J. P. (1998). LCES in the interface - learn it, remember it, use it every time. *Wildfire*. 7(9): 10-16.
- Otto, G. (1998). Building smarter in Urban/Wildland areas - the case for RASTRATM. *Wildfire*. 7(11): 16-18.
- Packham, D. R. (1995). Evacuation in wildfires: The Australian experience. *Wildfire*. 4(2):24-30
- Perry, D.G., (1990). *Wildland Fire-fighting*. pp.275-284. Fire Publications Press Queen, P. L. (1993). *Fighting fire in the wildland/urban interface*. Fire Publications Inc. Bellflower, California, USA. 119 p.
- Queen, P. L. (1995). Evacuation at a Wildland/Urban Interface Fire. *Wildfire*. 4(2):22-23
- Teie, W.C. (1994). *Fire-fighter's Handbook on Wildland Fire-fighting*. pp.53, 195-220. Deer Valley Press (Rescue, California).
- Trelles, J. (1998). Modelling fire-induced winds in the 20 October 1991 Oakland Hills fire. *Wildfire*. 7(4):15-17.
- Vélez, R. 1995. Planning for wildfire and evacuation in Spain's wildland/urban interface. *Wildfire*. 4(2):37-38.
- Waggoner, E., and M. Terwilliger. (1998). Fighting fire in the I-Zone: "Safe to Stay". *Wildfire*. 7(10):17-22.
- Xanthopoulos, G. (1994). Development of a decision support system for water bomber dispatching in Greece. pp. 139-149. In proceedings of the 2nd International Conference on Forest Fire Research, November pp. 21-24, 1994, Coimbra, Portugal. Domingos Xavier Viegas, Univ. of Coimbra, Portugal. 1275 p.